

## *Anomalous Transport in Nonequilibrium Systems: from Negative Mobility to Particle Separation*

The presented doctoral dissertation is focused on a very specific transport effect observed in nonequilibrium systems, known as negative mobility. This non-intuitive phenomenon manifests in the following way: when a particle traveling in a nonlinear system far from equilibrium is subjected to a biased constant force, the direction of its net movement is observed to be opposite to that promoted by the acting force. In this study, by means of numerical methods, the negative mobility features and its origin have been explored. Moreover, it has been demonstrated how this effect can be used for mechanical isolation of one particle species from the others. A number of experiments involving negative mobility have already reported on successful separation of two types of particles with different sizes in microfluidic devices. However, no investigation on how to isolate in a controllable way desired particles from a mixture of various species has been conducted. The presented research reveals conditions that offer tailored isolation techniques by means of difference in the particles' mobility. The proposed innovative separation mechanisms may prove to be promising for sorting difficult-to-separate mixtures, including those in biological systems.

**Key words:** *negative mobility, particle separation, nonequilibrium systems, Brownian motion*

## *Anomaly transport w układach nierównowagowych: od ujemnej ruchliwości do separacji cząstek*

Tematem przewodnim niniejszej rozprawy doktorskiej jest szczególne zjawisko transportu w układach nierównowagowych, zwane ujemną ruchliwością. Efekt ten, pozornie sprzeczny z codzienną intuicją, przejawia się w następujący sposób: kiedy cząstka poruszająca się w układzie nieliniowym w warunkach nierównowagowych poddana jest działaniu stałej siły, wypadkowy kierunek jej przemieszczenia okazuje się być przeciwny do kierunku działającej siły. W przedstawionej pracy za pomocą metod numerycznych zbadano własności i mechanizmy zjawiska ujemnej ruchliwości, a także pokazano, jak efekt ten może być wykorzystany do mechanicznej separacji różnych typów cząstek. W urządzeniach mikroprzepływowych wykonano szereg eksperymentów, w których za pomocą zjawiska ujemnej ruchliwości udało się rozdzielić cząstki o różnych rozmiarach. Nie przeprowadzono jednak dotychczas badań dotyczących kontrolowanej separacji cząstek o określonych własnościach fizycznych spośród ich heterogenicznej mieszaniny. W niniejszej pracy zaprezentowano warunki, które umożliwiają kontrolowaną izolację cząstek na podstawie różnicy w ich ruchliwości. Proponowane innowacyjne metody separacji cząstek mogą okazać się przydatne w przypadku mieszanin, w których rozdzielenie składników jest skomplikowanym zadaniem, co jest szczególnie charakterystyczne dla układów biologicznych.

**Słowa kluczowe:** *ujemna ruchliwość, separacja cząstek, układy nierównowagowe, ruchy Browna*